

511,547

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有權機關
國際事務局



A standard linear barcode is positioned horizontally across the page, consisting of vertical black bars of varying widths on a white background.

(43) 国際公開日
2003年10月23日 (23.10.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/086995 A1

(51) 國際特許分類⁷:

C03B 8/04

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).

(22) 國際出願日: 2003年4月18日(18.04.2003)

(52) 發明者 : 朱士芳

(2) 國際出版の書籍

四

(2) 國際公開の意義

日本語

(30) 優先權三一多：

優先権データ:
特願2002-115789 2002年4月18日(18.04.2002) JPN
特願2003-111369 2003年4月16日(16.04.2003) JPN

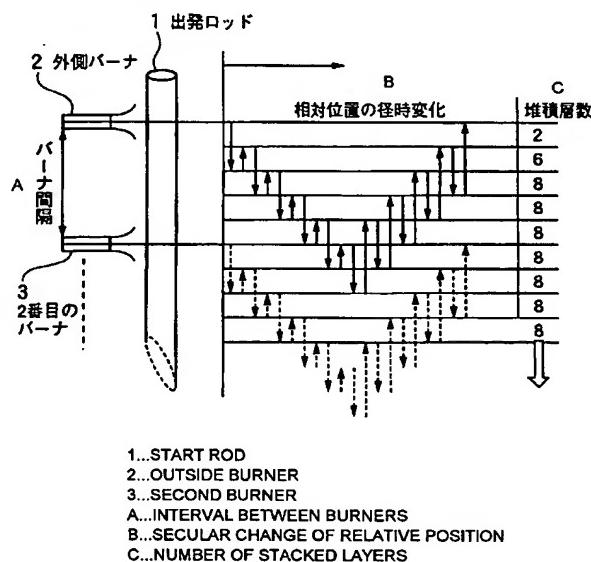
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 大石 敏弘
(OOISHI,Toshihiro) [JP/JP]; 〒244-0844 神奈川県
横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内 Kanagawa (JP). 中村 元宣 (NAKA-
MURA,Motonori) [JP/JP]; 〒244-0844 神奈川県横浜
市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社 横浜
製作所内 Kanagawa (JP). 石原 朋浩 (ISHIHARA,To-
mohiro) [JP/JP]; 〒244-0844 神奈川県横浜市栄区田
谷町1番地 住友電気工業株式会社 横浜製作所内

〔統葉有〕

(54) Title: METHOD OF MANUFACTURING GLASS PARTICULATE STACKED BODY

(54) 発明の名称: ガラス微粒子堆積体の製造方法



WO 03/086995 A1

(57) Abstract: A method of manufacturing a glass particulate stacked body capable of reducing a tapered portion formed at the end part of the stacked body without increasing the number of burners, comprising the steps of disposing a plurality of glass particulate synthesizing burners opposingly to a rotating start rod, reciprocatingly moving the start rod and the glass particulate synthesizing burners relative to each other while moving the return position of a reciprocating movement in a specified direction and moving the return position in reverse direction when the return position is moved to a specified position, and where operations performed by a time when each burner returns to the original position are taken as one set and the averaged reciprocating movement distance for the one set is less than two times intervals between the burners, stacking glass particulate on the start rod by repeating the operations of the one set.

(57) 要約：本発明の課題は、バーナ本数を増やすことなく、ガラス微粒子堆積体の端部に形成されるテーパ部分を低減できるガラス微粒子堆積体の製造方法を提供することである。本発明は、回転する出発ロッドに対向させて複数本のガラス微粒子

〔統葉有〕



Kanagawa (JP). 堀 達郎 (SAKAI,Tatsuro) [JP/JP]; 〒244-0844 神奈川県 横浜市 柴田区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社 横浜製作所内 Kanagawa (JP).

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(74) 代理人: 宮越 典明, 外(MIYAKOSHI,Noriaki et al.); 〒107-6029 東京都 港区 赤坂一丁目 12番32号 アーク森ビル 29階 信栄特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(国内): CN, IN, US.

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

合成用バーナを配置し、前記出発ロッドとガラス微粒子合成用バーナとを相対的に往復移動させ、往復移動の折り返し位置を一定方向に移動させ、前記折り返し位置が所定の位置まで移動したところで逆方向に移動させるようにし、各バーナが初期の位置に戻るまでの操作を1セットとし、前記1セットの平均往復移動距離をバーナ間隔の2倍未満として、前記1セットの操作を繰り返してガラス微粒子を出発ロッドに堆積させてガラス微粒子堆積体を製造する。

明細書

ガラス微粒子堆積体の製造方法

<技術分野>

本発明は、出発ロッドとガラス微粒子合成用バーナとを相対的に往復移動させながら、出発ロッドの径方向にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法に関する。本発明は、特にガラス微粒子堆積体の上部および下部に形成されるテーパ部が少ないガラス微粒子堆積体が得られるガラス微粒子堆積体の製造方法に関する。

<背景技術>

大型の多孔質ガラス母材を高速で製造する方法を、図7を参照して説明する。容器4内の出発ロッド1に対向させて複数のガラス微粒子合成用バーナ7を一定間隔で配置してある。回転する出発ロッド1と前記バーナ7の列を相対的に往復移動させ、出発ロッド1の表面にガラス微粒子を層状に堆積させてガラス微粒子堆積体6を得る。容器4から堆積しなかったガラス微粒子や熱を排気している。図7では、出発ロッド1を上下に往復移動する例を示している。ガラス微粒子堆積体6は、光ファイバ用のものであり、上部および下部では、テーパ部8、8が形成されている。また、ガラス微粒子堆積体6は、母材を線引きして光ファイバとなる有効部bと、この有効部bの上側および下側に形成された、良品とはならない非有効部aとに分けられる。

このようなガラス微粒子堆積体の製造方法においては、品質向上の観点からガラス微粒子堆積体の長手方向にわたって外径変動を少なくすることが望まれている。生産性の観点からガラス微粒子堆積体の端部に形成されるテーパ部の長さができるだけ短くすることも望まれている。

外径変動を低減させる例として、往復移動の片道の移動距離をバーナの間隔分

とし、往復移動ごとに往復移動の開始位置を移動させていく方法がある。この方法では往復運動の開始位置が所定の位置まで移動した後は逆方向へ移動させて最初の位置に戻す。往復移動の折り返し点は、実質的に堆積時間が長くなっている、これらの折り返し点をガラス微粒子堆積体の全体に分散させる。ガラス微粒子の堆積時間やバーナ火炎等のガラス微粒子堆積体への当たり方の変動をガラス微粒子堆積体の各位置で平均的に一致させることでガラス微粒子の堆積量を長手方向に等しくし、外径変動を低減する方法が提案されている（特許文献1参照）。

外径変動を低減する方法として、特許文献1記載の方法をベースとし、ガラス微粒子堆積体全域をモニタできるCCDカメラと中央情報処理装置を用いてガラス微粒子堆積体全体の外径変動を測定する方法がある。この方法では、ガラス微粒子堆積体全域を単独でトラバースできる補助バーナによってガラス微粒子の堆積量の少ない部分のガラス微粒子の堆積を補うことで外径変動の低減を行う（特許文献2参照）。

また、トラバースの開始位置を移動させながらガラス微粒子の堆積を行う際に、ガラス微粒子堆積体全体にクリーンエアを供給し、ガラス微粒子堆積体長手方向の堆積時温度勾配を低減するようにする方法がある（特許文献3参照）。

さらに、往復移動の折り返し位置の移動を円滑に行わせる方法として、バーナ列を第1移動軸上に設置して往復移動させ、前記第1移動軸を第2移動軸上に設置する方法がある。この方法では各移動軸の往復移動を一定間隔の単純往復移動としつつ各移動軸の往復距離、往復移動速度、又は距離と速度の両方を異ならせることで折り返し位置の移動を行わせる方法が提案されている（特許文献4、特許文献5参照）。

[特許文献1]

特開平3-228845号公報

[特許文献2]

特開平10-158025号公報

[特許文献 3]

特開平4-260618号公報

[特許文献 4]

特開2001-19441号公報

[特許文献 5]

特開2001-31431号公報

特許文献1に示されるようなトラバースの折り返し位置を移動させる方法の場合、出発ロッドとバーナとの相対位置、堆積層数の1例を示すと図8のようになる。ガラス微粒子堆積体の両端に位置するバーナにより堆積するガラス微粒子の堆積形状がテーパ状となる（端部ほど堆積層数が少なくなる）。

図8はバーナ列の1番外側の外側バーナ2と2番目のバーナ3の部分を示したもので、反対側の外側バーナとその内側のバーナについても同様の状況である。右側の数値は折り返し位置が始めの位置に戻るまでの一連の往復移動（1セットの往復移動）の間に出来ロッド1上に形成されるガラス微粒子の堆積層数を示している。図8の例は1セットの往復移動間に10往復する例であり、堆積層数は最大20層である。図8の20層より下の部分は3番目以降のバーナによる堆積があるため、下端部を除いて一定の20層となる。原理的には端のバーナによってガラス微粒子が堆積する部分のみ堆積層数が少なくなる。しかし、実際にはガラス微粒子堆積体の端部ではガラス微粒子がテーパ状に堆積するので端から2番目に位置するバーナによるガラス微粒子も外側に流れて該ガラス微粒子の多くがテーパ状に堆積し、非有効部であるテーパ部が増大する結果となる。同じ往復移動方式を採用している特許文献2や特許文献3の方法でも同形状のテーパ部が形成される。

また、ガラス微粒子堆積工程を終了させる時期は、定常部の堆積層数が均一になる瞬間が最適である。しかし、折り返し位置を密に分散させると堆積層数が均一になるまでに堆積する層数が増加するので、ガラス微粒子堆積量の調整が難し

くなる。そのため前記特許文献1には、堆積量が目標重量に近くなったところで折り返し位置の分散間隔を大きくし、ガラス微粒子堆積量の調整を行うことが開示されている。しかし、この方法は折り返し位置の分散による外径安定化効果を低下させることになる。

特許文献1～3の方法とはガラス微粒子の堆積形態が異なる特許文献4及び5の方法では、2つの移動軸によりバーナを移動させるため、制御系が複雑になる。定常部の堆積層数は2つの移動軸の移動距離と移動速度の差によって異なるが、堆積層数は均一とはならず、堆積層数が異なる部分が交互に出現するか、これに加えてさらに堆積層数が異なる部分が出現する形となる。この方法では、例えば、第1及び第2移動軸の移動距離をバーナ間隔の整数倍とすれば堆積層数が異なる部分が交互に出現する形となり、交互に出現する間隔を細かくとれば外径安定化が可能である。しかしながらこの方法では、ガラス微粒子堆積体の両端部にはバーナ間隔の整数倍の長さの非有効部が形成される。

このテーパ部の増大を解決する方法の1つとしてバーナ間隔を狭め、その分バーナの本数を増やすことが考えられる。このようにすれば外側のバーナ及び2番目のバーナによるガラス微粒子の堆積間隔が小さくなり、テーパ部の低減が可能である。しかし、バーナ間隔を小さくすると同じ長さの有効部を持つガラス微粒子堆積体を製造するためにはバーナ本数を増やすことが必要となる。そのため、ガスの供給系を増やすことになり、設備コストを増加させることになる。

さらに、バーナ火炎どうしの干渉が発生すると各バーナの堆積効率が不安定になり、外径変動を発生するため、バーナ間隔を短くするのにも限界があり、飛躍的なテーパ部削減効果は望めない。

本発明の目的は、バーナ本数を増やすことなく、ガラス微粒子堆積体の端部に形成されるテーパ部分を低減できるガラス微粒子堆積体の製造方法を提供することである。

<発明の開示>

本発明のガラス微粒子堆積体は、回転する出発ロッドに対向させて複数本のガラス微粒子合成用バーナを配置し、前記出発ロッドとガラス微粒子合成用バーナとを相対的に往復移動させ、往復移動の折り返し位置を一定方向に移動させ、前記折り返し位置が所定の位置まで移動したところで逆方向に移動させるようにし、各バーナが初期の位置に戻るまでの操作を1セットとし、前記1セットの平均往復移動距離をバーナ間隔の2倍未満として、前記1セットの操作を繰り返してガラス微粒子を出発ロッドに堆積させてガラス微粒子堆積体を製造することである。

本発明のガラス微粒子堆積体の製造方法は、往復移動の折り返し位置の1回毎の移動距離を略等間隔とすることが望ましい。

また、本発明のガラス微粒子堆積体の製造方法は、往復移動の折り返し位置が所定の位置まで移動したとき、次の移動で各バーナを初期の位置まで戻す操作を1セットとすることが望ましい。

また、本発明のガラス微粒子堆積体の製造方法は、最初の移動で各バーナを所定の位置まで移動させて折り返し、以後は往復移動の折り返し位置を各バーナの初期の位置の方向に移動させるようにし、各バーナが初期の位置に戻るまでの操作を1セットとすることが望ましい。

また、本発明のガラス微粒子堆積体の製造方法は、1セットの中で往復移動の折り返し位置の移動距離を変化させることが望ましい。

また、本発明のガラス微粒子堆積体の製造方法は、往復移動の折り返し位置の移動範囲がバーナ間隔の略n倍（nは1～3の整数）であることが望ましい。

また、本発明のガラス微粒子堆積体の製造方法は、往復移動の折り返し位置の移動範囲がバーナ間隔の略n倍（nは1～3の整数）よりも1セットにおける折り返し位置の最小移動距離分短い距離であることが望ましい。

また、本発明のガラス微粒子堆積体の製造方法は、1セットにおける往復移動の折り返し位置の1回の平均移動距離がバーナ間隔の略（m+1）分の一（mは自然数）の長さであることが望ましい。

また、本発明のガラス微粒子堆積体の製造方法は、前記1セットにおける往復

移動の折り返し位置の1回の平均移動距離をAmmとし、1セットの平均往復移動距離をDmmとし、Aが5～60mmの範囲内にあり、かつ、Dが $4 \times A \leq D \leq 240$ の範囲内にあることが望ましい。

また、本発明のガラス微粒子堆積体の製造方法は、ガラス微粒子堆積終了時期を、前記往復移動において定常部の堆積層数が略均一となる時点に設定することが望ましい。

また、本発明のガラス微粒子堆積体の製造方法は、往復移動の速度とガラス微粒子堆積終了までの間に堆積するガラス微粒子の重量との関係から、前記ガラス微粒子堆積終了時期で目標とするガラス微粒子堆積量を達成できる往復移動速度を決定し、その速度でガラス微粒子の堆積を行うことによって、前記ガラス微粒子堆積終了時期で目標堆積量が達成できるようにすることが望ましい。

また、上述のガラス微粒子堆積体の製造方法によりガラス微粒子堆積体を製造し、製造されたガラス微粒子堆積体を加熱し透明化してガラス母材を製造することが望ましい。

本発明者らはテーパ状部分の長さをできるだけ短くするため、往復移動の方式について種々検討を行い、1セットの平均往復移動距離をバーナ間隔の2倍未満とすることで、効率的にテーパ部分の少ないガラス微粒子堆積体が製造できることを見出した。往復移動の折り返し位置の移動距離をAmm、1セットの平均往復移動距離をDmmとしたときに、Aが5～60mmの範囲にあり、かつDが $4 \times A \leq D \leq 240$ の範囲となるようにすることが望ましい。

ここで1セットの平均往復移動距離とは、1セットのトータル移動距離を1セットの往復回数で割った平均的な往復移動の距離である。

また、往復移動の折り返し位置とは、往路（バーナが初期の位置から離れる方向へ相対移動する）から復路（バーナが初期の位置の方向へ相対移動する）へ折り返す位置である。

<図面の簡単な説明>

図1は、本発明の方法における出発ロッドとバーナとの相対移動の状況の1例を示す説明図である。

図2は、本発明の方法における出発ロッドとバーナとの相対移動の状況の他の1例を示す説明図である。

図3は、本発明の方法における出発ロッドとバーナとの相対移動の状況の他の1例を示す説明図である。

図4は、本発明の方法における出発ロッドとバーナとの相対移動の状況の他の1例を示す説明図である。

図5は、実施例3における平均往復移動距離と非有効部長さとの関係を示すグラフである。

図6は、実施例4における平均往復移動距離と非有効部長さとの関係を示すグラフである。

図7は、ガラス微粒子の堆積によるガラス微粒子堆積体製造の概要を示す説明図である。

図8は、従来法での出発ロッドとバーナとの相対移動の状況の1例を示す説明図である。

なお、図中の符号、1は出発ロッド、2は外側バーナ、3は2番目のバーナ、4は容器、5は排気口、6はガラス微粒子堆積体、7はバーナ、8はテーパ部、aは非有効部、bは有効部である。

<発明を実施するための最良の形態>

本発明の方法における往復移動の基本的な方式としては、次の1～4の移動形態がある。第1の移動形態は往復移動の折り返し位置の1回毎の移動距離を略等間隔とする方式である。第2の移動形態は往復移動を繰り返して往復移動の折り返し位置が所定の位置まで移動したときに、次の移動で各バーナを初期の位置まで戻すようにする操作を1セットとする方式である。第3の移動形態は最初の移動で各バーナを所定の位置まで移動させて折り返し、以後は往復移動の折り返し

位置を各バーナの初期の位置の方向に移動させるようにし、各バーナが初期の位置に戻るまでの操作を 1 セットとする方式である。また、第 4 の移動形態は 1 セット中で往復移動の折り返し位置の移動距離を変化させる方式である。

前記第 1 の移動形態では、1 セットの中で折り返し位置が所定の位置まで移動した時点と各バーナが初期の位置に戻った時点の 2 点で定常部の堆積層数が長さ方向で略均一となる。

この第 1 の移動形態において最適な実施形態では、折り返し位置の 1 回毎の移動距離を A (mm) とすると、往復移動を往路 $2 \times A$ 、復路を A とする。そして、折り返し位置の移動を同方向に繰返し、バーナ間隔折り返し位置が移動したら往復移動の往路は $2 \times A$ のまます。そして、復路のみ $3 \times A$ とし、逆方向に折り返し位置を移動していき一番初めの位置に戻るまでの往復移動を 1 セットとし、これを繰り返しながらガラス微粒子の堆積を行う。往復移動片道の平均距離 $2 \times A$ 、1 回の折り返し位置の移動距離は A mm となる。このようにすれば堆積層数が足りない部分の長さは、ガラス微粒子堆積体の両端に各 $2 \times A$ ずつ存在するだけであり、最もテーパが短くなる。この原理的に最も短いテーパ長を原理テーパ長という。この場合は原理テーパ長が $2 \times A$ である。ただし、現実的には、テーパの形状に沿ってガラス微粒子が流れるため、テーパ形状は $2 \times A$ より大きくなる。往路 $3 \times A$ 、復路 $2 \times A$ とし、バーナ間隔だけ折り返し位置が移動した後、往路 $3 \times A$ 、復路 $4 \times A$ とする（往復移動片道の平均距離 $3 \times A$ ）と、堆積層数が足りない部分は、ガラス微粒子堆積体の両端各 $3 \times A$ となる（原理テーパ長 $3 \times A$ ）。しかし、原理テーパ長が 1 2 0 mm 程度以下では、テーパの傾斜に沿ってガラス微粒子が流れ、堆積効率が悪くなる影響の方が支配的であり、実際のテーパ長は、原理テーパ長が $2 A$ のときと $3 A$ のときではほとんど変化しない。

ただし、往復移動片道の平均距離を $4 \times A$ 、 $5 \times A$ 、…と増やせば、原理テーパ長も $4 \times A$ 、 $5 \times A$ 、…と増加していく。実際に堆積層数が足りない部分の長さが増加することで、原理テーパ長がある程度長くなると、テーパに沿ってガラス微粒子が流れる影響以上にテーパ長が長くなり始める。折り返し位置

の移動距離を $A\text{ mm}$ とし、往復移動片道の平均距離を示す係数を B としたときに $(B + 1) \times A = C\text{ mm}$ ($B = 1, 2, 3, \dots$) を定義すれば、テープ長の増加が顕著になり始める C が存在すると考えられる。

この C は、バーナの形状などにより、多少変化すると考えられるが、少なくとも 120 mm 程度以内にしておけば、著しくテープ長が長くなるのを抑えることができる。望ましい範囲は、折り返し位置での外径変動を抑えるために $5\text{ mm} \leq A \leq 60\text{ mm}$ であり、 $2 \times A \leq (B + 1) \times A \leq 120$ の範囲が最適と考えられる。ここで下限 $2 \times A$ は、原理的な下限である。また、外径変動を抑えるために更に好適な A は、 $5 \leq A \leq 40$ である。往復移動の平均距離 D は、 $D = 2 \times (B + 1) \times A\text{ mm}$ ($B = 1, 2, \dots$) なので $(B + 1) \times A = D \div 2$ となる。上記した望ましい範囲 $2 \times A \leq (B + 1) \times A \leq 120$ に代入し、この不等式を往復移動の平均距離に整理すると $4 \times A \leq D \leq 240$ となる。

第 2 の移動形態において最適な形態では、往復移動を往路 $2 \times A$ 、復路を A とする。そして、折り返し位置の移動を同方向に繰返し、バーナ間隔より $A\text{ mm}$ 遠い位置まで折り返し位置が移動したら往復移動の復路をバーナ間隔 + A として一番初めの位置に戻すまでの往復移動を 1 セットとする。そして、これを繰り返しながらガラス微粒子の堆積を行う。往復移動片道の平均距離 $2 \times A$ 、バーナ間隔よりも $A\text{ mm}$ 遠い位置まで折り返し位置が移動するまでは折り返し位置の 1 回の移動距離が $A\text{ mm}$ となる。

第 3 の移動形態において最適な形態では、最初の移動でバーナ間隔より $A\text{ mm}$ 遠い位置まで移動させる。以後は復路を $2 \times A$ 、往路を A 、折り返し位置の 1 回の移動距離を $A\text{ mm}$ として往復移動を繰り返し一番初めの位置に戻すまでの往復移動を 1 セットとする。これを繰り返しながらガラス微粒子の堆積を行う。往復移動片道の平均距離 $2 \times A$ である。

また、第 4 の移動形態における最適な実施形態では、折り返し位置の 1 回の移動距離を $A\text{ mm}$ とする往復移動を基本とするが、1 セットの中で折り返し位置の 1 回の移動距離が A よりも大きくなる移動を含む形態である。往路を $2 \times A$ 、復

路をAとし、折り返し位置がバーナ間隔よりA mm短い位置まで移動した後は往路をA、復路を $2 \times A$ として、折り返し位置の1回の移動距離をA mmとするのを基本とするが、往路が $3 \times A$ 等となる移動をランダムに含む。往復移動の片道の平均距離は $2 \times A$ である。

前記第2～4の最適移動形態においては、堆積層数の足りない部分の長さはガラス微粒子堆積体の両端に各Aずつ存在するだけであり（原理テーパ長A）、テーパ長を最も短くすることができる。ただし、現実的にはテーパ形状はAよりも大きくなる。前記第1の移動形態と同様に原理テーパ長が2A、3Aのように短いときには実際のテーパ長はほとんど変化しない。

また、往復移動片道の平均移動距離を示す係数をBとしたときに $(B+1) \times A = C \text{ mm}$ ($B = 1, 2, 3 \dots$) を定義すれば、テーパ長増加が顕著になり始めるCが存在する。

第1の移動形態同様、Cは120 mm程度以内が望ましく、外径安定化のための $5 \leq A \leq 60 \text{ mm}$ を考慮すれば、往復移動の平均距離Dの望ましい範囲は、第1のパターンと同様に導出され、 $4 \times A \leq D \leq 240$ となる。

前記特許文献1～5の発明においては、往復移動距離（片道）は略バーナ間隔が下限とされている。これは多層付け法が1回の往復移動毎に有効部長の全範囲にガラス層を形成しなければならないとの考え方に基づいていることを示している。しかし、本発明では1回の往復移動によって有効部長の全範囲にガラス層を形成させなくても堆積厚さの差が顕著になる前に均一化がなされればよいとの発想の転換を行っている。折り返し位置の移動を行う1セット中に少なくとも1回以上均一厚のガラス微粒子堆積層が形成されるようにしている。この考え方の違いによる効果が、低減が難しいと考えられ、発明開示がされていなかった、非有効部（テーパ状部）の大幅な低減を可能とした。

本発明の方法においては、往復移動の折り返し位置を初期のバーナの位置に最も近い位置から最も遠くなる位置（所定の位置）までの間で往復移動毎に段階的に移動させる。定常部（有効部）の平滑化のためには、この折り返し位置を移動

させる所定の距離（初期のバーナの位置に最も近い折り返し位置と最も遠い折り返し位置との間の距離）を、前記第1の移動形態においてはバーナ間隔の略n倍（nは1～3の整数）とする。前記第2～第4の移動形態においてはバーナ間隔の略n倍（nは1～3の整数）よりも1セットにおける最小移動距離分短くするのが好ましい。特にnが1の場合が最も非有効部の長さを短くすることができ、堆積効率がよく好ましい。なお、前記第2又は第3の移動形態のように、バーナが初期の位置と最も遠い位置との間を1回の動作で移動するパターンを含む場合には、その折り返し位置では1つのバーナで加熱された後、隣接するバーナで加熱されるまでの時間が短くなる。この場合、加熱部分の温度が高くなり嵩密度が大きくなる可能性があるが、nが1の場合に比べてnが2又は3の場合にはその影響が緩和され平滑性が向上する効果がある。

従来技術と同様にnを大きくすると有効部の平滑性が向上するが非有効部の長さは長くなり堆積効率が低下する。しかし、本発明では従来技術と同じ整数倍を選択して平滑性を従来技術と同程度に保っても、従来技術に比較して非有効部の長さは略バーナ間隔分短くなり、堆積効率の低下は少ない。

平均往復移動距離をバーナ間隔の2倍とする従来技術では、折り返し位置を移動させる所定の距離がバーナ間隔のn倍の場合、非有効部の長さはバーナ間隔のn倍となる。平均往復移動距離がバーナ間隔の2倍未満である本発明の場合は、非有効部の長さはn=1の場合はバーナ間隔より小さくなる。n=2又は3の場合はそれぞれ略バーナ間隔又はバーナ間隔の2倍よりも若干大きくなるだけであり、従来技術のバーナ間隔のn倍に比較して短くなっている。nは2以下が好ましく、n=2では従来技術の2倍と同じ平滑性を保つつつ、非有効部の長さは略バーナ間隔程度となる。さらにnが1のときは従来技術では実現できなかったバーナ間隔以下の非有効部長となり、非有効部を最も短くすることができるので最も好ましい。

前記第1の移動形態における出発ロッドとバーナとの相対位置の経時変化の状況の1例を図1に示す。図1は従来技術の例を示す図8との比較が容易なように

バーナ間隔内を 5 区画に分割した例について、バーナ列の 1 番外側の外側バーナ 2 と 2 番目のバーナ 3 の部分を示したもので（反対側の外側バーナとその内側のバーナについても同様の状況となる）ある。図 1 の右側の数値は折り返し位置が始めの位置に戻るまでの一連の往復移動（1 セットの往復移動）の間に発生ロッド 1 上に形成されるガラス微粒子の堆積層数を示している。

図 1 の例では、1 セットの往復移動の前半においては 1 方向へ 2 区画分移動して 1 区画戻し、後半においては 1 方向へ移動は 2 区画分のままでし、3 区画分戻すようにして初期の相対位置に戻るようにしている。この場合の堆積層数は図の右側に示したように 2, 6, 8, 8, 8 . . . となっており、有効部の堆積層数より少ない部分は、ガラス微粒子堆積体の母材端部のバーナ間隔内のわずかに 2 区画のみである。

この折り返し方式の場合は、さらに分散効果を高めるためにバーナ間隔内の分割数を増やしても、堆積層数が少ない部分は母材の端に位置する 2 区画のみしか存在しない。すなわち、分割数を増やすと堆積層数の少ない部分の長さはさらに短くなっていく。

例えば、200 mm のバーナ間隔に対し、40 mm ずつ折り返し位置を移動しているのが図 1 の分割数 5 区間 ($200 \text{ mm} \div 40 \text{ mm} = 5$ 区間) に相当する。この場合、堆積層数が足りない部分の長さは $40 \text{ mm} \times 2$ 区間 = 80 mm となるが、より分散効果を向上させるために折り返し位置が 20 mm 間隔で分散させる。200 mm のバーナ間隔内は 10 区間 ($200 \text{ mm} \div 20 \text{ mm} = 10$ 区間) に分割されることになり、堆積層数が足りない部分の長さは $20 \text{ mm} \times 2$ 区間 = 40 mm となる。1 回ごとの 1 方向への移動距離がほぼバーナ間隔である従来技術では、200 mm の全間隔において堆積層数が足りなかつたのに対し、この方法によれば堆積層数が足りない部分の長さはわずかに 40 mm である。この堆積層数が足りない部分の長さを減少させる効果は、バーナ間隔が長くなるほど大きくなる。

さらに第 1 の移動形態によれば、往復移動の折り返し位置をガラス微粒子堆積

体全長に分散させるための一連の往復移動の 1 セットにかかる堆積層数が少ないという効果がある。すなわち、図 8 の従来技術では 1 セットの間に有効部の層数で 20 層ガラス微粒子を堆積させるのに対し、図 1 の本発明の方法では 8 層しか堆積しない。

図 1 の方式では 1 セットでの有効部での堆積層数は常に 8 層である。これに対し従来の製法では分散効果を高めるために折り返し位置の移動距離を短くしたり、バーナ間隔を長くしたりすると、1 セットに要する有効部の堆積層数が増加していく。例えば 5 区画の場合で 20 層、6 区画の場合で 24 層、7 区画の場合で 28 層と増加していく。

平均往復移動距離がバーナ間隔の 2 倍である従来技術とこの第 1 の移動形態では、半セット毎に折り返し位置の分散と有効部の堆積層数が均一となる時点があり、この時点でガラス微粒子堆積工程を終了させるのが好ましい。このときの従来技術と比較した堆積層数（＝堆積ガラス重量）の差（第 1 の移動形態の堆積層数 ÷ 従来技術の堆積層数）は、5 区画の場合で 2 / 5、6 区画の場合で 1 / 3、7 区画の場合で 2 / 7 となる。第 1 の移動形態では外径安定化のために折り返し位置の分散数を増やしてもガラス微粒子堆積量を細かく調整することができる。次に前記第 2 の移動形態における出発ロッドとバーナとの相対位置の経時変化の状況の 1 例を図 2 に示す。図 2 は従来技術の例を示す図 8 との比較が容易なようにバーナ間隔内を 5 区画に分割した例について、バーナ列の 1 番外側の外側バーナ 2 と 2 番目のバーナ 3 の部分を示したもので（反対側の外側バーナとその内側のバーナについても同様の状況となる）ある。図 2 の右側の数値は折り返し位置が始めの位置に戻るまでの一連の往復移動（1 セットの往復移動）の間に発生ロッド 1 上に形成されるガラス微粒子の堆積層数を示している。

図 2 の例では、1 セットの往復移動の前半においては 1 方向へ 2 区画分移動して 1 区画戻し、往復移動の折り返し位置がバーナ間隔分より 1 区画遠い位置まで移動した後、次の移動で初期の相対位置に戻るようにしている。バーナ間隔分よりも 1 区画遠い所定の位置まで、往復移動の折り返し位置は 1 区画ずつ移動する。

この場合の堆積層数は図の右側に示したように 2, 4, 4, 4, 4 . . . となつており、有効部の堆積層数より少ない部分は、ガラス微粒子堆積体の端部のバーナ間隔内のわずかに 1 区画のみである。

この折り返し方式においても、第 1 の移動形態と同様にさらに分散効果を高めるためにバーナ間隔内の分割数を増やしても、堆積層数が少ない部分は母材の端に位置する 1 区画のみしか存在しない。すなわち、分割数を増やすと堆積層数の少ない部分の長さはさらに短くなっていく。

例えば、200 mm のバーナ間隔に対し、40 mm ずつ折り返し位置を移動しているのが図 2 の分割数 5 区間 ($200 \text{ mm} \div 40 \text{ mm} = 5 \text{ 区間}$) に相当する。この場合、堆積層数が足りない部分の長さは $40 \text{ mm} \times 1 \text{ 区間} = 40 \text{ mm}$ となるが、より分散効果を向上させるために折り返し位置が 20 mm 間隔で分散されるようになると、200 mm のバーナ間隔内は 10 区間 ($200 \text{ mm} \div 20 \text{ mm} = 10 \text{ 区間}$) に分割されることになり、堆積層数が足りない部分の長さは $20 \text{ mm} \times 1 \text{ 区間} = 20 \text{ mm}$ となる。

さらに、図 2 に示した第 2 の移動形態も第 1 の移動形態と同様、折り返し位置の分散数を増やしても 1 セット中に堆積する有効部の堆積層数は増加することはなく常に 4 層であり、第 1 の移動形態と同様にガラス微粒子堆積量を細かく調整することが可能である。

次に前記第 3 の移動形態における出発ロッドとバーナとの相対位置の経時変化の状況の 1 例を図 3 に示す。図 3 は従来技術の例を示す図 8 との比較が容易なようにバーナ間隔内を 5 区画に分割した例について、バーナ列の 1 番外側の外側バーナ 2 と 2 番目のバーナ 3 の部分を示したもので（反対側の外側バーナとその内側のバーナについても同様の状況となる）ある。図 3 の右側の数値は折り返し位置が始めの位置に戻るまでの一連の往復移動（1 セットの往復移動）の間に出来たロッド 1 上に形成されるガラス微粒子の堆積層数を示している。

図 3 の例では、1 セットの最初の移動でバーナ間隔分より 1 区画遠い位置まで移動させた後、折り返して 2 区画分移動させ、以後 1 区画分移動して 2 区画戻す

操作を繰り返して初期の相対位置に戻るようにしている。最初の移動で各バーナが所定の位置まで移動して折り返し、以後は往復移動の折り返し位置が各バーナの初期の位置の方向に1区画ずつ移動する。この場合の堆積層数は図の右側に示したように2, 4, 4, 4, 4 . . . となっており、有効部の堆積層数より少ない部分は、ガラス微粒子堆積体の端部のバーナ間隔内のわずかに1区画のみである。

この折り返し方式においても、第1、第2の移動形態と同様にさらに分散効果を高めるためにバーナ間隔内の分割数を増やしても、堆積層数が少ない部分はガラス微粒子堆積体の端に位置する1区画のみしか存在しない。すなわち、分割数を増やすと堆積層数の少ない部分の長さはさらに短くなっていく。

図3に示した第3の移動形態も第1、第2の移動形態と同様、折り返し位置の分散数を増やしても1セット中に堆積する有効部の堆積層数は増加することはなく常に4層であり、第1、第2の移動形態と同様にガラス微粒子堆積量を細かく調整することが可能である。

次に前記第4の移動形態における出発ロッドとバーナとの相対位置の経時変化の状況の例を図4(a)及び(b)に示す。図4は従来技術の例を示す図8との比較が容易なようにバーナ間隔内を5区画に分割した例について、バーナ列の1番外側の外側バーナ2と2番目のバーナ3の部分を示したもので(反対側の外側バーナとその内側のバーナについても同様の状況となる)ある。図4の右側の数値は折り返し位置が始めの位置に戻るまでの一連の往復移動(1セットの往復移動)の間に形成されるガラス微粒子の堆積層数を示している。

図4(a)の例では、1セットの往復移動の前半においては1方向へ2区画分移動して1区画戻す操作を2回繰り返す。その後、4区画移動させて往復移動の折り返し位置がバーナ間隔分より1区画遠い位置まで移動するようにし、後半においては復路2区画、往路1区画の往復移動を2回繰り返した後、次の移動で4区画戻すことにより初期の相対位置に戻るようにしている。往復移動の折り返し位置の移動距離は、1セットの間に1区画、3区画、1区画、3区画と変化する。

この場合の堆積層数は図の右側に示したように2, 4, 4, 4, 4···となつており、有効部の堆積層数より少ない部分は、ガラス微粒子堆積体の端部のバーナ間隔内のわずかに1区画のみである。図4(b)の例は折り返し位置の移動距離を変化させるパターンが異なるだけで堆積層の形成状態は同じである。

この折り返し方式においても、第1～第3の移動形態と同様にさらに分散効果を高めるためにバーナ間隔内の分割数を増やしても、堆積層数が少ない部分はガラス微粒子堆積体の端に位置する1区画のみしか存在しない。すなわち、分割数を増やすと堆積層数の少ない部分の長さはさらに短くなっていく。

図4に示した第4の移動形態も第1～3の移動形態と同様、折り返し位置の分散数を増やしても1セット中に堆積する有効部の堆積層数は増加することはなく常に4層であり、第1～3の移動形態と同様にガラス微粒子堆積量を細かく調整することが可能である。

本発明の方法においては、1セットにおける往復移動の折り返し位置の1回の平均移動距離がバーナ間隔の略($m+1$)分の一(m は自然数)の長さとなるようになるのが好ましい。こうすることによって往復移動の1セットを初期の往復移動開始位置で終了させることができ、テーパ部分の長さを最も短くすることができる。1回毎の移動距離がバーナ間隔の略($m+1$)分の一(m は自然数)の長さを大きく外れると、隣接バーナとの重なり部分で堆積層数が変わることになるので好ましくない。ここでバーナ間隔の略($m+1$)分の一(m は自然数)としたのは、「バーナ間隔±バーナ太さ」の($m+1$)分の一(m は自然数)を意味する。

なお、この往復移動の折り返し位置の移動間隔は5～60mmの範囲となるようになるのが好ましく、さらに好ましくは5～40mmの範囲である。バーナの折り返し位置の移動間隔が5mm未満では、折り返し位置の分散効果が発現する前に外径変動が生じ、60mmを超えると折り返し位置の分散効果が小さくなる。

さらに外径変動を小さくするために、最も分散効果を得られていると考えられる1セット中に存在する有効部の堆積層数と折り返し位置の分散密度が均一な時

点で、ガラス微粒子堆積工程を終了させるのが望ましい。この堆積終了最適時点は従来技術及び第1の移動形態では1セット中に2回存在し、第2～4の移動形態では1回存在する。すなわち、ガラス微粒子堆積終了時期を、第1の移動形態においては1セット中に2回存在する有効部の堆積層数と折り返し位置の分散が均一となる時点が望ましく、第2～4の移動形態においては前記往復移動が整数セット終了した時点に設定するのが望ましい。この終了に最適な時点から次の終了最適時点までの間に堆積されるガラス微粒子の重量をM kgとするとガラス微粒子の堆積が終了した時点のガラス微粒子堆積体の重量はM kgきざみでしか調整できない。本発明の方法では有効部の堆積層数と折り返し位置の分散が均一となる時点から次の有効部の堆積層数と折り返し位置の分散が均一となる時点までの間に堆積されるガラス微粒子の層数が従来法に比べて少ない。従って、ガラス微粒子堆積体の重量を小さくでき、ガラス微粒子堆積量を細かく制御することができる。

一方、従来の製法では、分散効果を高めるために折り返し位置の移動距離を短くすると、ガラス微粒子堆積体全長へ、前記折り返し位置を分散させるのに要するガラス微粒子の堆積層数が増加する。終了最適時点の間の堆積層数が増えるほどMを小さくするのが難しくなるので、所望する重量のガラス微粒子の堆積体を得ることが難しい。

さらに、往復移動の速度とガラス微粒子堆積終了までの間に堆積するガラス微粒子の重量との関係から、前記ガラス微粒子堆積終了時点で目標とするガラス微粒子堆積量を達成できる往復移動速度を決定する。その速度でガラス微粒子の堆積を行うことによって、前記ガラス微粒子堆積終了時点で目標堆積量が達成できるようになり、より効果的なガラス微粒子堆積量制御が可能となる。

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。実施形態の説明では往路を上から下への移動としたが逆方向としてもよい。

また、ガラス微粒子合成用バーナとは、必ずしもガラス原料ガスを火炎中で化

学反応を利用してガラス微粒子を発生させるものを意味しない。あくまでもガラス微粒子を出発ロッドに供給し、かつ、堆積結合させる機能を有する機構の総称として用いている。

上記の方法で得られたガラス微粒子堆積体を公知の方法で加熱焼結し、透明化させてガラス母材を製造する。得られたガラス母材は、例えば、光伝搬用部品として使用できる。

(実施例)

以下、実施例により本発明の方法をさらに具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

(比較例 1)

出発ロッドに対向させて4本のバーナを200mm間隔で1列に配置した縦型のガラス微粒子堆積装置を使用し、出発ロッドを上下に往復移動させる方式でガラス微粒子の堆積を行った。直径36mmの出発ロッドを使用し、往復移動は図8のようなパターンとし、出発ロッド1を下向きに200mm移動した後、上向き180mm移動させ、往復移動の折り返し位置が下方向に20mmずつ移動していくようにした。折り返し位置がバーナ間隔分下に移動した後は、下向きへの移動距離は200mmのままとし、上向きへの移動距離を220mmとして折り返し位置が上向きに20mmずつ移動していくようにし、初めの位置に戻るまでを1セットとし、40セットを繰り返してガラス微粒子堆積を行った。

得られた光ファイバ用のガラス微粒子堆積体は、全長1100mm、外径240mmで、有効部（外径が一定かつコアが存在する部分）の長さは500mmであり、両端部にできたテーパ部の長さはそれぞれ300mmであった。原理的には両端にできるテーパ部の長さは200mmであるが、実際にはテーパに沿って外側にガラス微粒子が流れていくため、有効部となるべき部分（600mm）の内側まで（この場合は両端に50mmずつ）テーパ部となることがわかる。

(実施例 1)

比較例 1 で使用したものと同じ出発ロッド及びガラス微粒子堆積装置を使用し、往復移動は図 1 のようなパターンとし、出発ロッド 1 を下向きに 40 mm 移動した後、上向き 20 mm 移動させ、往復移動の折り返し位置が下方向に 20 mm ずつ移動していくようにした。折り返し位置がバーナ間隔分下に移動した後は、下向きへの移動距離は 40 mm のままでし、上向きへの移動距離を 60 mm として折り返し位置が上向きに 20 mm ずつ移動していくようとする。初めの位置に戻るまでを 1 セットとし、200 セットを繰り返し、その他の条件は比較例 1 と同じにしてガラス微粒子堆積を行った。得られたガラス微粒子堆積体は全長 900 mm、外径 240 mm で、有効部の長さは 500 mm であり、両端部にできたテープ部の長さはそれぞれ 200 mm であった。比較例 1 に比較して有効部の長さは変わっていないが、非有効部（テープ部）の長さはそれぞれ 100 mm ずつ短くすることができた。

(実施例 2)

実施例 1 と同じ条件で比較例 1 とほぼ同じ長さのガラス微粒子堆積体が得られるようにバーナ間隔を 260 mm としてガラス微粒子の堆積を行った。実施例 1 と同様に、出発ロッド 1 を下向きに 40 mm 移動した後、上向き 20 mm 移動させ、往復移動の折り返し位置が下方向に 20 mm ずつ移動していくようにした。折り返し位置がバーナ間隔分下に移動した後は、下向きへの移動距離は 40 mm のままでし、上向きへの移動距離を 60 mm として折り返し位置が上向きに 20 mm ずつ移動していくようとする。初めの位置に戻るまでを 1 セットとし、200 セットを繰り返した。得られたガラス微粒子堆積体は全長 1140 mm で、両端のテープ部の長さは実施例 1 と同じく各 200 mm となり、有効部の長さは 740 mm であった。同じバーナ本数で同じ長さのガラス微粒子堆積体が得られるようにバーナ間隔を調整すると、本発明の方法の方が有効部の長さを長くできる

ことがわかる。

(実施例 3)

折り返し位置の移動距離を $A\text{ mm}$ とし、往路 $(B + 1) \times A$ 、復路 $B \times A$ の往復移動を繰返し、折り返し位置がバーナ間隔分移動した後、往路 $(B + 1) \times A$ 、復路 $(B + 2) \times A$ とする。折り返し位置の移動を逆方向に行うようにし、一番最初の位置に折り返し位置が戻るまでの一連の往復移動を 1 セットとし、これを繰返しながらガラス微粒子の堆積を行う。このときの平均往復距離 D は、 $D = 2 \times (B + 1) \times A\text{ mm}$ である ($B = 1, 2, 3, \dots$)。 $A = 20\text{ mm}$ とし、その他の条件（バーナ間隔、出発ロッド径等）は、実施例 1 と同じにし、ガラス微粒子堆積体外径が 240 mm となるガラス微粒子堆積体を作成する。このときの B の変化と非有効部の長さの関係は次のようになる。すなわち、 $B = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ としたときの平均往復距離は、 $D = 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320, 360, 400\text{ mm}$ となり、このときの非有効部の長さは、 $200, 202, 207, 205, 210, 238, 262, 278, 300\text{ mm}$ となる。この状況を図 5 に示す。

ここで $B = 9, D = 400$ は、従来技術と同じ場合を示しており、従来技術で最も非有効部長が短くなるポイントである。 $B = 9$ より小さい範囲 $B = 1 \sim 8$ のいずれにおいても従来技術の最も短い非有効部長より、短い非有効部が実現された。また、 $D \leq 240$ では、ほぼ 200 mm 前後に収束する。

(実施例 4)

折り返し位置の移動距離を $A\text{ mm}$ とし、往路 $(B + 1) \times A$ 、復路 $B \times A$ の往復移動を繰返し、折り返し位置がバーナ間隔より A だけ短い位置まで移動する。その後、次の移動でバーナが一番最初の位置に戻る一連の往復移動を 1 セットとし、これを繰返しながらガラス微粒子の堆積を行う。このときの平均往復距離 D は、 $D = 2 \times (B + 1) \times A\text{ mm}$ である ($B = 1, 2, 3, \dots$)。 $A = 20\text{ m}$

mとし、その他の条件（バーナ間隔、出発ロッド径等）は、実施例1と同じにし、母材外径が240mmとなるガラス微粒子堆積体を作成する。このときのBの変化と非有効部の長さの関係は次のようになる。すなわち、B=1、2、3、4、5、6、7、8、9としたときの平均往復距離は、D=80、120、160、200、240、280、320、360、400mmとなり、このときの非有効部の長さは、195、199、202、206、207、223、245、260、280mmとなる。この状況を図6に示す。

実施例3よりも非有効部の削減効果が大きいのは、同じ平均移動距離に対し原理テーパ長がAmm短くなっている効果である。D≤240では、ほぼ200mm前後に収束する。

なお、本発明の方法においては1セットの平均往復移動距離をバーナ間隔の2倍未満とし、かつ、1回の往復移動毎に折り返し位置を移動させるようにしているので、1セット中の往復移動において、往路及び復路の移動距離がバーナ間隔の整数倍となることはない。

本発明の方法によれば、従来技術と比較して、次のような利点がある。

先ず、本発明と従来技術それぞれでガラス微粒子堆積体全長に折り返し点を同じ間隔で分散するとした場合、1セットの揺動往復移動で定常部に堆積する層の総数は本発明の方が常に少ない。つまり、目標重量の達成精度が向上する。また、ガラス微粒子堆積体の両端にできる非有効部の長さは、本発明の方が常に短い。つまり、堆積効率が向上する。さらに、従来技術ではバーナ間隔に比例してガラス微粒子堆積体の両端の非有効部は長くなるが、本発明の最適な実施態様では、バーナ間隔の距離に依存せず、非有効部長を最小にすることが可能である。言い換えると、バーナ間隔を長くし、ガラス微粒子堆積体を大型化しても非有効部長を最小にすることが可能である。

<産業上の利用可能性>

本発明によれば、バーナ本数を増やすことなく、ガラス微粒子堆積体の端部に

形成されるテーパ部分を低減することができる。また、ガラス微粒子堆積体の重量の調整も容易である。

請求の範囲

1. 回転する出発ロッドに対向させて複数本のガラス微粒子合成用バーナを配置し、前記出発ロッドとガラス微粒子合成用バーナとを相対的に往復移動させ、往復移動の折り返し位置を一定方向に移動させ、前記折り返し位置が所定の位置まで移動したところで逆方向に移動させるようにし、各バーナが初期の位置に戻るまでの操作を1セットとし、前記1セットの平均往復移動距離をバーナ間隔の2倍未満として、前記1セットの操作を繰り返してガラス微粒子を出発ロッドに堆積させてガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子堆積体の製造方法。
2. 請求の範囲第1項に記載のガラス微粒子堆積体の製造方法において、往復移動の折り返し位置の1回毎の移動距離を略等間隔とすることを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造方法。
3. 請求の範囲第1項に記載のガラス微粒子堆積体の製造方法において、往復移動の折り返し位置が所定の位置まで移動したとき、次の移動で各バーナを初期の位置まで戻す操作を1セットとすることを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造方法。
4. 請求の範囲第1項に記載のガラス微粒子堆積体の製造方法において、最初の移動で各バーナを所定の位置まで移動させて折り返し、以後は往復移動の折り返し位置を各バーナの初期の位置の方向に移動させるようにし、各バーナが初期の位置に戻るまでの操作を1セットとすることを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造方法。
5. 請求の範囲第1項に記載のガラス微粒子堆積体の製造方法において、1セットの中で往復移動の折り返し位置の移動距離を変化させることを特徴とす

るガラス微粒子堆積体の製造方法。

6. 請求の範囲第1項又は第2項に記載のガラス微粒子堆積体の製造方法において、往復移動の折り返し位置の移動範囲がバーナ間隔の略n倍（nは1～3の整数）であることを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造方法。

7. 請求の範囲第1項、第3項～第5項のいずれか1項に記載のガラス微粒子堆積体の製造方法において、往復移動の折り返し位置の移動範囲がバーナ間隔の略n倍（nは1～3の整数）よりも1セットにおける折り返し位置の最小移動距離分短い距離であることを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造方法。

8. 請求の範囲第1項～第7項のいずれか1項に記載のガラス微粒子堆積体の製造方法において、1セットにおける往復移動の折り返し位置の1回の平均移動距離がバーナ間隔の略（m+1）分の一（mは自然数）の長さであることを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造方法。

9. 請求の範囲第8項に記載のガラス微粒子堆積体の製造方法において、前記1セットにおける往復移動の折り返し位置の1回の平均移動距離をA mmとし、1セットの平均往復移動距離をD mmとし、Aが5～60 mmの範囲内にあり、かつ、Dが $4 \times A \leq D \leq 240$ の範囲内にあることを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造方法。

10. 請求の範囲第1項～第9項のいずれか1項に記載のガラス微粒子堆積体の製造方法において、ガラス微粒子堆積終了時期を、前記往復移動において定常部の堆積層数が略均一となる時点に設定することを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造方法。

11. 請求の範囲第10項に記載のガラス微粒子堆積体の製造方法において、往復移動の速度とガラス微粒子堆積終了までの間に堆積するガラス微粒子の重量との関係から、前記ガラス微粒子堆積終了時期で目標とするガラス微粒子堆積量を達成できる往復移動速度を決定し、その速度でガラス微粒子の堆積を行うことによって、前記ガラス微粒子堆積終了時期で目標堆積量が達成できるようにすることを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造方法。

12. 請求の範囲第1項～第11項のいずれか1項に記載のガラス微粒子堆積体の製造方法によりガラス微粒子堆積体を製造し、製造されたガラス微粒子堆積体を加熱し透明化してガラス母材を製造するガラス母材の製造方法。

図1

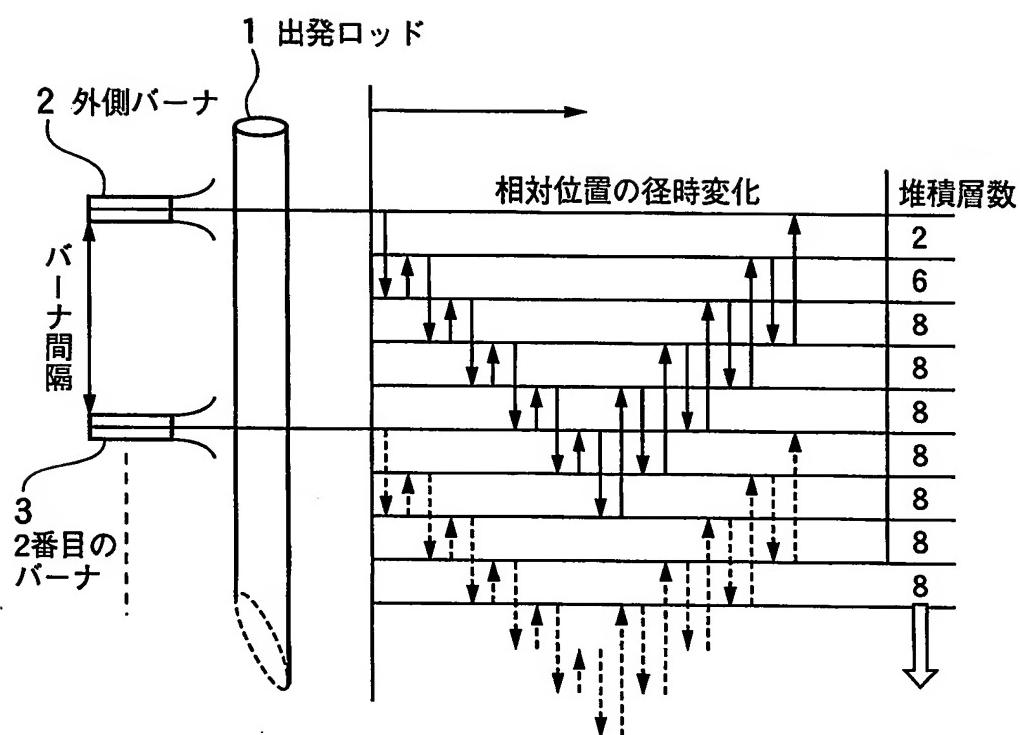
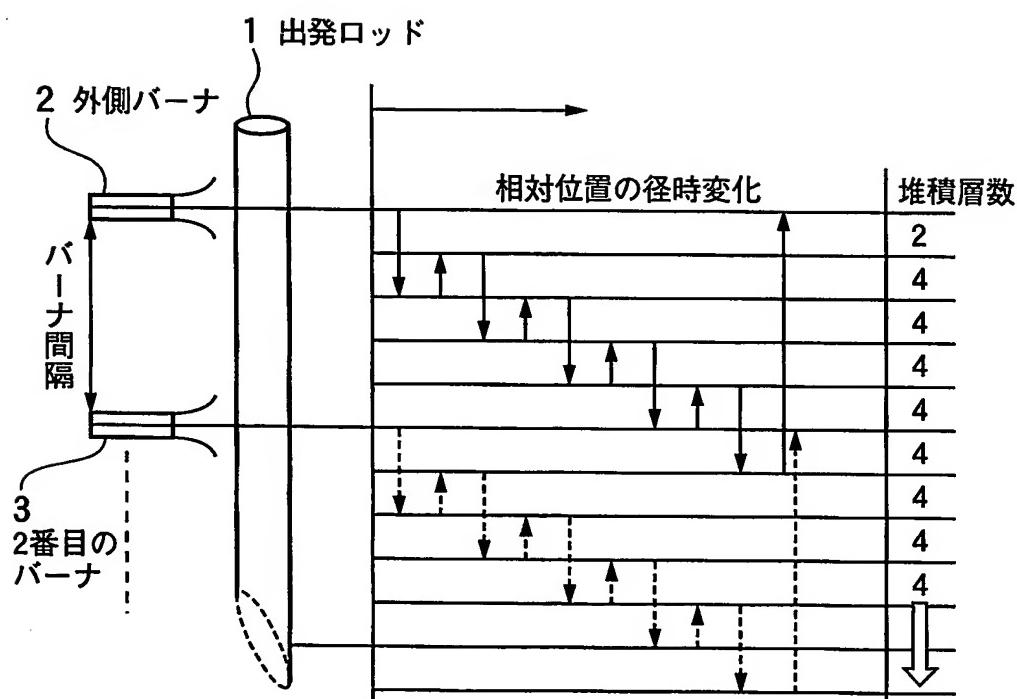


図2



3

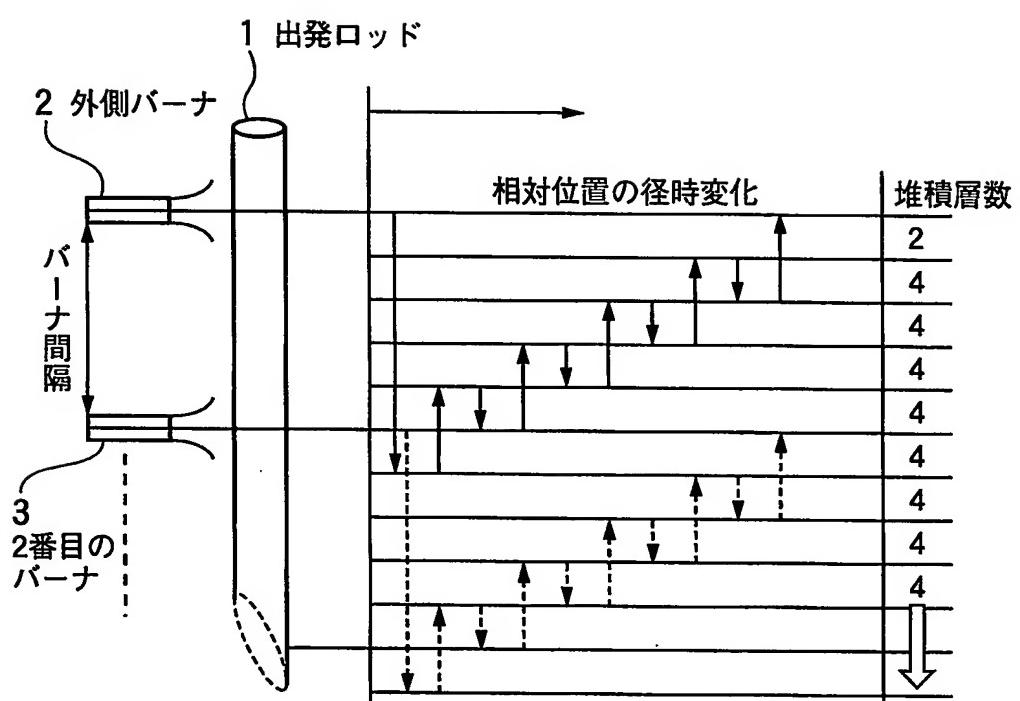
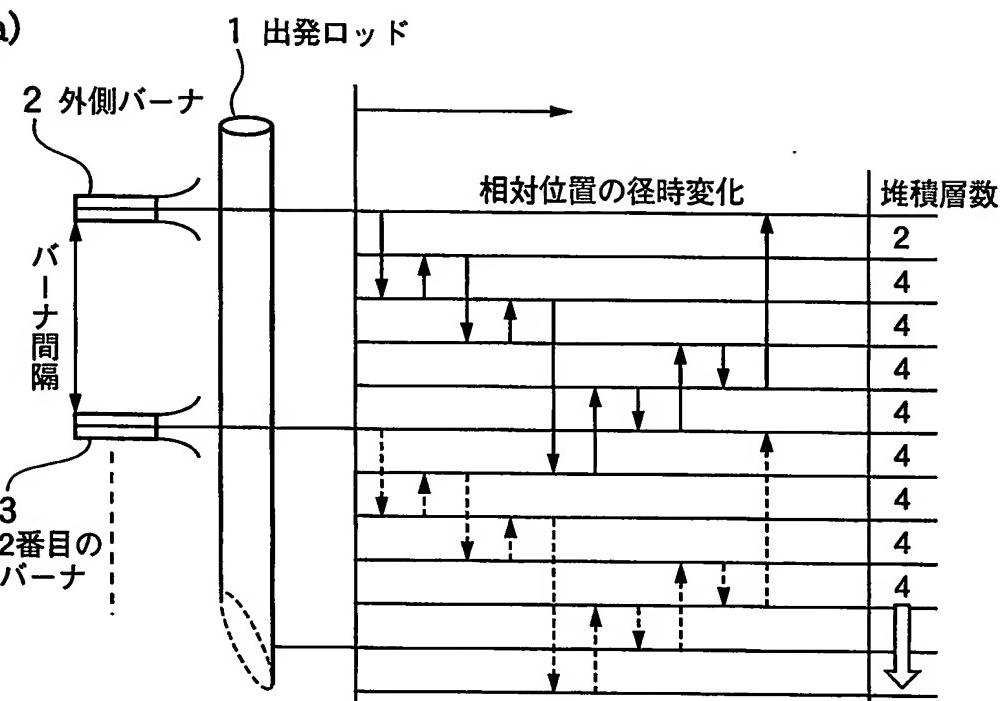


図4

(a)



(b)

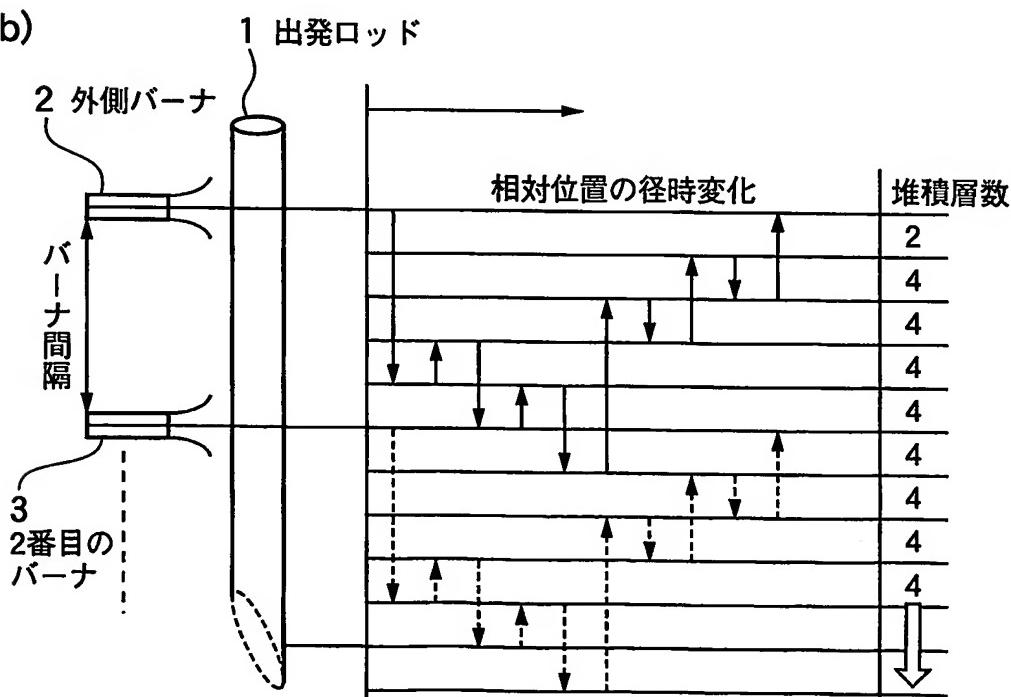


図5

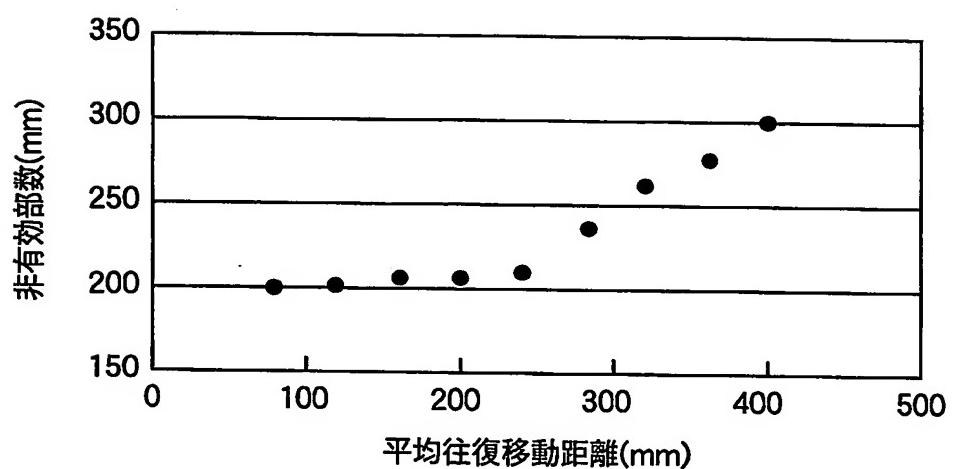


図6

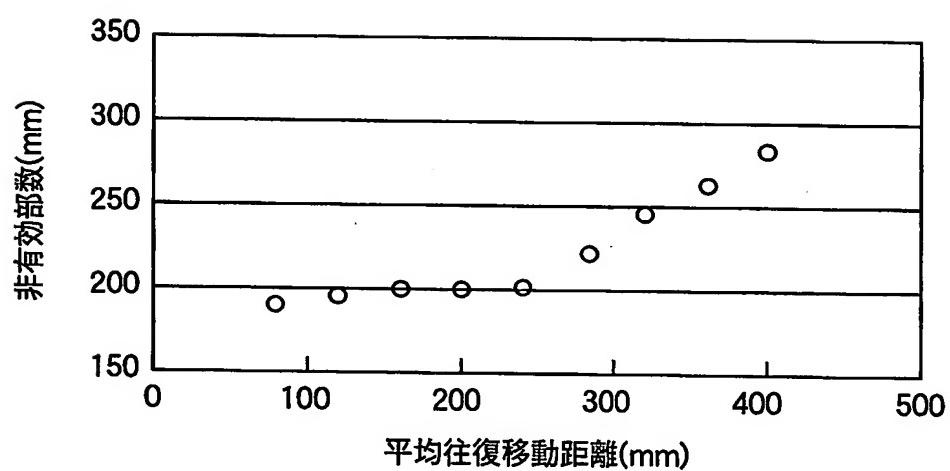


図7

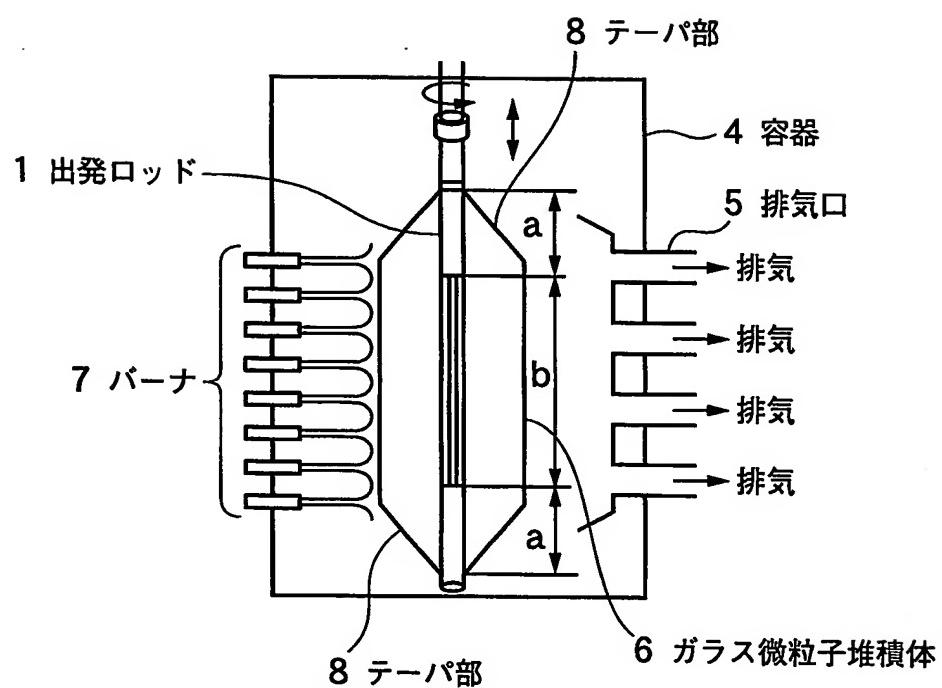
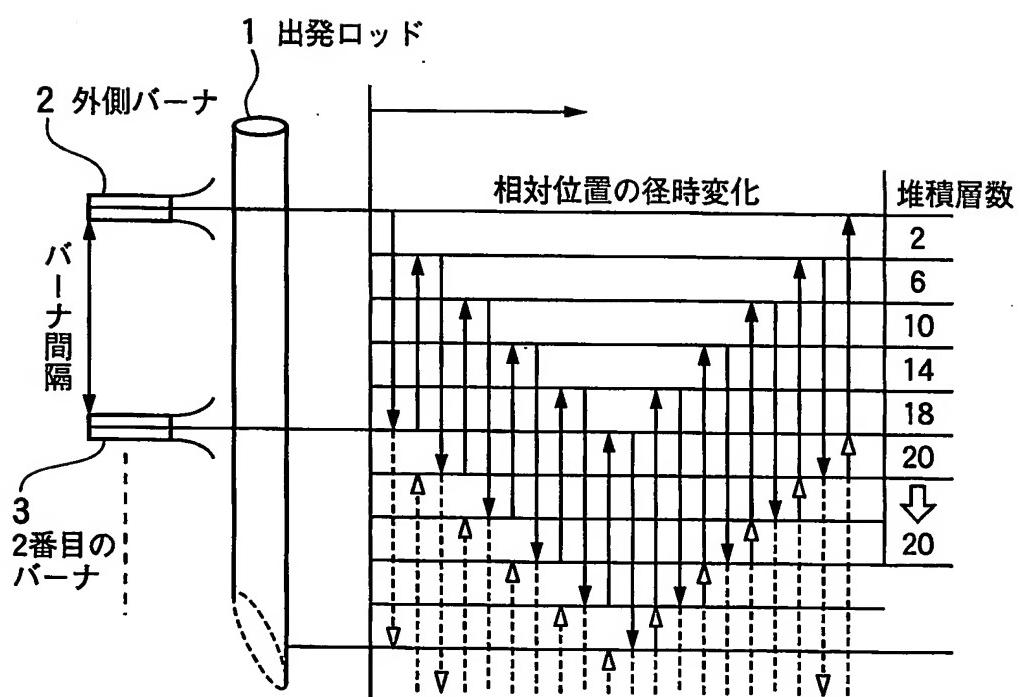


図8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04969

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.C1⁷ C03B8/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.C1⁷ C03B8/04, C03B37/012-37/018, C03B37/07

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-------------------------------|
| X | EP 1065175 A1 (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.), 03 January, 2001 (03.01.01), Claim 12; Par. Nos. [0064], [0071] to [0072]; Fig. 4 & JP 2001-31431 A Claim 1; Par. Nos. [0021], [0023]; Fig. 2 | 1,2,6-8,10, 12 3-5,9,11 |
| A | | |

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family |
|---|--|

| | |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search 24 July, 2003 (.07.03) | Date of mailing of the international search report 05 August, 2003 (05.08.03) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No. | Authorized officer Telephone No. |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl.⁷ C03B8/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl.⁷ C03B8/04, C03B37/012-37/018, C03B37/07

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1926-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2003年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2003年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2003年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|---------------------------------|
| X A | EP 1065175 A1 (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) 2001.01.03, 請求項12, [0064], [0071]-[0072], 図4 & JP 2001-31431 A, 請求項1, [0021], [0023], 図2 | 1, 2, 6-8, 10, 12 3-5, 9, 11 |

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
 「O」口頭による開示、使用、展示等に旨及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24. 07. 03

国際調査報告の発送日

05.08.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

大橋 賢一

4 T 3029



電話番号 03-3581-1101 内線 3463